

## FORMATION CONTINUE - ARTICLE DE SYNTHÈSE

## Les besoins du chat à différents stades physiologiques - Les aliments du cycle de la vie - I. Le chat à l'entretien

JEUSETTE I., TONGLET C., DEFAUW V., ISTASSE L., DIEZ M.

Service de Nutrition des animaux domestiques, B43, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège Sart Tilman B-4000 Liège

Correspondance :  
Isabelle Jeusette  
Isabelle.Jeusette@student.ulg.ac.be

**RESUME** : Cet article est le premier d'une synthèse en 2 parties traitant de l'alimentation du chat à différentes étapes du cycle de la vie et des aliments industriels haut de gamme. Cette première revue présente de façon détaillée les besoins en énergie et en nutriments du chat à l'entretien, les ingrédients utilisés en petfood et les facteurs d'appétence. Enfin, l'étude de la composition de divers aliments industriels permet de comparer les produits offerts sur le marché aux besoins définis par les nutritionnistes.

### INTRODUCTION

Il est aujourd'hui reconnu qu'une alimentation adaptée améliore la santé, la longévité et la qualité de vie de l'animal (Kirk *et al.*, 2000). Les besoins nutritionnels du chat évoluent au cours de son existence. Plusieurs stades physiologiques sont ainsi définis, parmi lesquels la croissance, l'entretien et le vieillissement (Figure 1).

D'autre part, le mode de vie de nos félins domestiques a changé au cours de ces dernières années, tant au niveau de l'environnement que de l'alimentation au sens large. L'incidence de pathologies comme l'obésité, l'insuffisance rénale chronique (IRC) ou les urolithiases a augmenté. L'obésité touche environ 25 % des individus (Scarlett *et al.*, 1994)

et de nombreux animaux âgés – 31 % des plus de 15 ans – souffrent d'IRC. Les pathologies du tractus urinaire inférieur (*Feline lower urinary tract disease* – FLUTD) sont plus rares – 6 à 10 % d'incidence –, mais leur taux important de récurrence – 30 à 50 % des cas – justifie l'attention des nutritionnistes. Ces 2 dernières pathologies ont précédemment fait l'objet de synthèses (Jeusette *et al.*, 2000a; 2000b). De plus, le chat est une espèce qui suscite un grand intérêt et les connaissances épidémiologiques évoluent. Par conséquent, leur alimentation devient de mieux en mieux adaptée à leurs besoins et également de plus en plus sophistiquée.

Actuellement, la plupart des chats reçoivent des aliments industriels. Ils peuvent être classés en 3 catégories :

les aliments communs, les aliments du cycle de la vie ou physiologiques, et les aliments à objectifs ou diététiques, destinés à soutenir le traitement de certaines pathologies (Tableau I).

Cette synthèse en 2 parties s'intéresse à l'alimentation du chat à divers stades physiologiques.

**Dans la première partie**, une vaste revue de la littérature présente les valeurs de référence pour les besoins du chat à l'entretien. **La seconde partie** s'intéresse au chat présentant de l'embonpoint, au chaton et au chat âgé. Il peut paraître paradoxal d'inclure le chat présentant de l'embonpoint dans cette revue qui s'intéresse aux conditions physiologiques. Ce choix est néanmoins justifié du point de vue de l'étude des aliments. En effet, les gammes physiologiques ou "cycle de la vie" comprennent de nombreux produits pour prévenir l'excès pondéral chez les chats inactifs.

Les recommandations de l'AAFCO (Association of American Feed Control Officials, 1998) et du NRC (National Research Council, USA, 1986) sont également prises en consi-

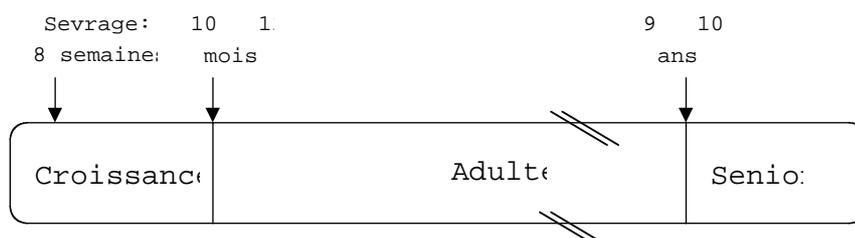


Figure 1 : Etapes de la vie du chat

Tableau I : Caractéristiques et types d'aliments industriels pour le chat.

Aliments communs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliments complets ou complémentaires</li> <li>- Secs (croquettes, flocons), humides (barquettes, conserves) ou semi-humides</li> <li>- Pour chat adulte</li> <li>- De marques ou génériques</li> </ul>
Aliments du cycle de la vie ou physiologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliments complets et équilibrés pour les différentes étapes du cycle de la vie</li> <li>- Secs ou humides</li> <li>- Cycle de la vie : croissance, entretien, gestation, lactation, senior, tendance à l'embonpoint, individus sensibles</li> <li>- Distribués dans les circuits spécialisés ou, plus rarement, en grandes surfaces</li> </ul>
Aliments à objectifs ou diététiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliments complets et adaptés pour les pathologies sous-mentionnées</li> <li>- Secs ou humides</li> <li>- Objectifs : malabsorption, maldigestion, insuffisance hépatique, accumulation hépatique de cuivre, insuffisance pancréatique, néoplasme, IRC, dissolution et prévention des calculs de struvite, prévention des calculs d'urate, d'oxalate, de cystine, obésité, hyperlipémies, diabète, insuffisance cardiaque chronique, intolérances alimentaires, convalescence</li> <li>- Distribués dans les cliniques, les cabinet vétérinaires et les pharmacies</li> </ul>

dération. Ces deux organismes éditent des estimations de besoins minimaux pour le chat à l'entretien et le chaton en croissance. Certaines données publiées par l'AAFCO et le NRC semblent plus ou moins proches des besoins optimums selon le nutriment. Les différents facteurs d'appétence utilisés dans l'industrie sont également présentés. Le but de cette première synthèse est de mettre en évidence les points clés à respecter lors de la formulation d'un aliment haut de gamme. Ensuite, la comparaison, tant au niveau de la composition que des ingrédients utilisés, des différents aliments industriels haut de gamme pour chat existant sur le marché confronte de manière objective la théorie à la pratique.

### LE CHAT A L'ENTRETIEN

Le chat domestique (*Felis catus*), mammifère carnivore de l'ordre des fessipèdes et de la famille des félidés, occupe une place importante comme animal de compagnie. La Belgique compte en effet 1,56 millions de chiens et 1,78 millions de chat, ce qui engendre une dépense annuelle de 20 milliards de francs belges pour la nourriture, les accessoires et les soins de santé (Colin, 2000). Le chat est un prédateur dont le comportement alimentaire en milieu naturel est lié à la chasse. L'activité de prédation représente alors deux tiers de son temps.

C'est sans doute pourquoi, lorsqu'un aliment est proposé *ad libitum*, il effectue de nombreux petits repas – 8 à 16, durant 1 à 2 minutes – répartis de façon aléatoire sur l'ensemble du nyctémère. De ses ancêtres, chasseurs solitaires, le chat a hérité de l'habitude de se nourrir seul, au calme, à l'abri de toute compétition. L'offrande de proies à son maître témoigne d'une relation affective poussée, de type maternel (Nguyen *et al.*, 1996a). Il a gardé de son origine désertique une relative efficacité en matière d'économie d'eau (Nguyen *et al.*, 1990). Il émet ainsi une urine plus concentrée que celle de l'homme ou du chien. Par ailleurs, il est réputé boire peu : ses besoins sont estimés à 2 ml/g de matière sèche (MS) ingérée (Finke et Lutschauing, 1995; Nguyen *et al.*, 1996a).

Le chat est considéré comme adulte à partir de 10 à 12 mois. Le poids corporel (PC) moyen varie de 2,5 à 6,5

kg selon les races (Earle, 1993).

### Energie

L'énergie fournie par un aliment dépend non seulement de sa composition chimique mais aussi de la digestibilité de ses composants. Différentes notions entrent dans la définition du terme "énergie" (Figure 2). L'énergie brute (EB) est la quantité de chaleur libérée lors de la combustion totale de l'aliment. Elle est déterminée dans une bombe calorimétrique. L'énergie digestible (ED) est l'énergie disponible après le passage de l'aliment dans le tube digestif; elle est le résultat de la différence entre l'EB et l'énergie perdue dans les matières fécales. L'énergie métabolisable (EM) est celle réellement disponible pour l'organisme; elle est égale à l'ED moins l'énergie perdue par les urines et le gaz produit dans le tractus digestif. Les pertes d'énergie urinaires sont estimées par le contenu en protéines brutes digestibles de l'aliment multiplié par 0,9. Les pertes gazeuses sont négligeables (Earle, 1993). Trois équations sont utilisées pour déterminer la valeur énergétique des aliments pour chat (Tableau II).

Le besoin énergétique journalier (DER - *Daily Energy Requirement*) d'un animal dépend de plusieurs facteurs :

1. Besoin énergétique au repos (RER- *Resting Energy Requirement*) : il s'agit de la dépense en énergie d'un animal pour maintenir ses fonctions physiologiques normales, au repos, dans un milieu thermiquement neutre, en phase postprandiale, tenant compte de l'énergie dépensée pour récupérer des activités précédentes. Ces fonctions sont essentiellement

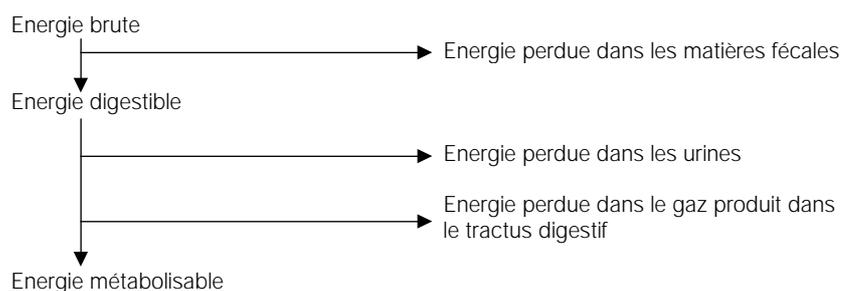


Figure 2 : Définition de l'énergie

**Tableau II** : Calcul de la densité énergétique des aliments pour le chat, en kcal/kg d'aliment (Earle, 1993)

Aliment sec	$(PB \times 5,65 + MG \times 9,4 + ENN \times 4,15) \times 0,99 - 126^2$
Aliment humide	$(PB \times 3,9 + MG \times 7,7 + ENN \times 3,0) - 5$
Aliment semi-humide	$(PB \times 3,7 + MG \times 8,8 + ENN \times 3,3)$

<sup>1</sup>EM, <sup>2</sup>PB = protéine brute, MG = matière grasse, ENN = extractif non azoté.

**Tableau III** : Equations pour estimer les besoins énergétiques de maintenance en kcal

Equation 1	MER = Facteur de correction x RER	RER = $70 \times PC^{0,75}$ ou $30 \times PC + 70^1$
Equation 2	MER = $500 \times BSA^1$	
Equation 3	MER = $20 \times PC + 135^1$	

<sup>1</sup>PC : Poids Corporel; BSA : Body Surface Area

liées au tissu maigre. Chez l'homme, le RER représente 60 à 80 % des besoins journaliers (Flynn *et al.*, 1996; Kirk *et al.*, 2000).

2. Besoin énergétique d'exercice (EER- *Exercice Energy Requirement*) : sa contribution au DER dépend du poids de l'animal et du temps et de l'intensité de l'exercice musculaire.

3. Effet thermique de la nourriture (TEF- *Thermic Effect of Food*) : c'est l'énergie nécessaire pour la digestion et l'absorption des aliments. Il représente 10 % des dépenses.

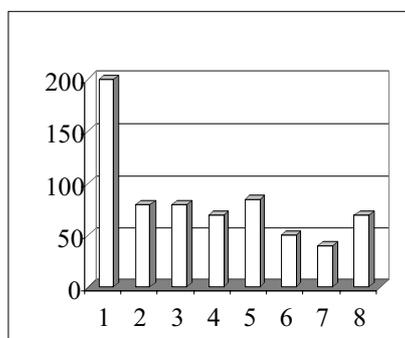
4. Thermogenèse d'adaptation (AT- *Adaptative Thermogenesis*) : il s'agit des besoins négligeables nécessaires à la thermorégulation.

Différentes équations sont proposées pour estimer les besoins énergétiques de maintenance de l'animal (MER – *Maintenance Energy Requirement*) (Tableau III).

1. La première équation est couramment utilisée chez le chat (Earle, 1993; Flynn *et al.*, 1996; Kirk *et al.*, 2000). Le facteur de correction doit tenir compte des différents points qui influencent les besoins individuels en énergie : taille – les petits chats consomment plus d'énergie par kg de PC –, composition corporelle, degré d'exercice, état physiologique, température, génétique, race – les Abyssins ont des besoins énergétiques plus élevés que les autres races – (Earle, 1993; Finke et Lutschaunig, 1995; Flynn *et al.*, 1996; Kirk *et al.*, 2000). Ainsi, les besoins individuels de deux chats peuvent varier de 50 % dans des conditions semblables.

Le RER est égal à  $70 \times PC^{0,75}$  (Kirk *et al.*, 2000) ou  $30 \times PC + 70$  (Flynn *et al.*, 1996).

Pour le chat à l'entretien **entier**, les valeurs conseillées pour le facteur de correction varient de 1,4 à 1,6 et pour le chat **stérilisé** de 1,2 à 1,4 (Earle, 1993; Kirk *et al.*, 2000). Kirk et collaborateurs (2000) recommandent chez les chats **sédentaires, inactifs ou âgés** un facteur de 0,8 à 1,2, ce qui correspond approximativement à 39 à 66 kcal/kg PC/j. Le PC est exprimé en kilos. Un chat **actif** peut avoir des besoins de 10 à 15 % supérieur. Chez l'**Abyssin**, les valeurs



- 1 : chaton de 10 semaines en croissance
- 2 : chat de 10 mois en croissance
- 3 : chat entier à l'entretien
- 4 : chat stérilisé à l'entretien
- 5 : chat de race Abyssin à l'entretien
- 6 : chat sédentaire à l'entretien
- 7 : chat obèse à l'entretien
- 8 : chat senior à l'entretien

**Figure 3** : Besoins énergétiques du chat à différents stades physiologiques (en kcal/kg PC)

**Tableau IV** : Les facteurs de correction

	Facteurs de correction
Chat entier	1,4 à 1,6
Chat stérilisé	1,2 à 1,4
Chat sédentaire	0,8 à 1,2
Chat obèse	0,8
Abyssin	1,6

recommandées sont de 79 kcal/kg/j ou 1,6 x RER, ce qui représente un surplus de 30 % par rapport à la moyenne des autres chats (Finke et Lutschaunig, 1995; Bradshaw *et al.*, 1996; Kirk *et al.*, 2000). Ces différentes valeurs sont résumées dans la figure 3 et le tableau IV.

2. La deuxième équation utilise la surface corporelle (BSA – *body surface area*) :  $MER = 500 \times BSA$ . Selon Flynn et collaborateurs (1996), cette équation surestime les besoins.

3. La troisième équation dérive de l'association entre le PC, l'ED et l'EM :

$$MER = 0,92 \times ED - 2,0 \text{ où } ED = 136 \times PC^{0,404}$$

Ce qui permet de déduire :  $MER = 125 \times PC^{0,404} - 2,0$ ,

Ce qui donne, après approximation linéaire :  $MER = 20 \times PC + 135$ .

Cette dernière équation est plus proche des besoins des femelles entières observés par Flynn et collaborateurs (1996) mais surestime toujours les besoins des femelles stérilisées.

Pour des chats adultes de 2,5 à 6,5 kg, le MER est de 70 à 90 kcal/kg PC selon le NRC (1986). Ces chiffres seraient trop élevés pour des chats inactifs dont les besoins se limiteraient à 39 à 66 kcal/kg PC (Earle, 1993).

Kirk et collaborateurs (2000) recommandent un apport de 60 à 80 kcal/kg/j ce qui correspond à 1,2 à 1,6 X RER où le RER en kcal est égal à  $70 \times PC^{0,75}$ . A l'heure actuelle, de nombreux chats sont stérilisés. Cette chirurgie de convenance influence les besoins en énergie. Ce point est développé dans le second article.

En conclusion, les équations destinées à estimer les besoins énergé-

tiques du chat sont nombreuses et compliquées. En effet, l'équation idéale n'existe pas en raison de la diversité rencontrée : mâle ou femelle, stérilisés ou non, et exerçant des niveaux d'activité variables. L'idéal est de contrôler régulièrement le poids du chat et d'adapter la ration si nécessaire (Earle, 1993).

La densité énergétique recommandée d'un aliment pour chat adulte est de 4000 à 5000 kcal d'EM par kg d'aliment.

### Protéines et acides aminés

La fonction principale des protéines alimentaires est de fournir les acides aminés nécessaires à l'animal pour la synthèse de ses propres protéines. Ces dernières assurent une multitude de fonctions dans l'organisme : composants tissulaires, enzymes, hormones ou facteurs immunitaires. Il existe 2 types d'acides aminés : essentiels et non essentiels. Les acides aminés essentiels sont ceux qui doivent être obligatoirement fournis par l'alimentation. La protéine idéale doit apporter tous les acides aminés essentiels et non essentiels. Comme celle-ci n'existe pas, il est indispensable de diversifier les sources ou d'ajouter les acides aminés limitants.

Les besoins protéiques du chat à l'entretien sont élevés. En effet, quel que soit le niveau des apports alimentaires, les pertes d'azote sont importantes et quasi-constantes en raison d'une incapacité à moduler l'activité de certaines transaminases et de certaines enzymes associées au catabolisme des acides aminés et au cycle de l'urée (Nguyen et Dumon, 1990; Finke et Lutschaunig, 1995; Nguyen *et al.*, 1996b).

Selon le National Research Council (1986), les besoins minimaux en **protéines** du chat adulte sont de 14 % de la MS ou 12 % de l'EM. En pratique, il importe de prévoir une marge de sécurité; c'est pourquoi l'AAFCO (1998) recommande un apport minimum de 26 % de la MS ou 65 à 100g de protéines par 1000 kcal EM pour un aliment de densité énergétique de 4000 kcal. Si l'aliment a une densité énergétique supérieure à 4500

kcal/kg, un facteur de correction doit être utilisé. Le chat adulte s'adapte très difficilement à des apports marginaux en protéines. Par contre, un excès de protéines est rapidement catabolisé permettant ainsi de fournir une source d'énergie et de maintenir la glycémie. Cependant, l'excès d'énergie est stocké sous forme de graisse et un apport protéique trop élevé pourrait, selon certains auteurs, aggraver une protéinurie ou permettre la progression de maladies rénales subcliniques (Kirk *et al.*, 2000). Il apparaît dès lors inutile de distribuer les protéines en quantité excessive. La teneur idéale serait de 30 à 45 % MS (Kirk *et al.*, 2000). D'autres auteurs préconisent une teneur légèrement plus faible : 28 à 36 % MS (Kantorosinski et Morrison, 1987). Les protéines d'origine animale seront préférées car leur profil en acides aminés correspond mieux aux besoins du chat (Kirk *et al.*, 2000).

Le chat est très sensible à une carence en **arginine**. En effet, il est incapable de synthétiser suffisamment d'ornithine ou de citrulline pour la conversion en arginine, nécessaire au cycle de l'urée. Après un repas, le catabolisme hépatique des protéines est très élevé et entraîne une production importante d'ammoniac. En absence d'arginine, le cycle de l'urée ne peut s'effectuer. La manifestation clinique peut survenir après un seul repas carencé suite à une élévation de l'ammoniémie induisant des vomissements et des troubles nerveux. L'animal peut mourir endéans 2 à 5 heures (Nguyen et Dumon, 1990; Finke et Lutschaunig, 1995; Nguyen *et al.*, 1996a; Kirk *et al.*, 2000). Un apport insuffisant d'arginine pourrait provoquer une excrétion d'ammoniac par le rein et ainsi contribuer à la précipitation de cristaux de struvites (Nguyen et Dumon, 1990; Lowe et Markwell, 1995).

La synthèse de la **félinine**, acide aminé soufré excrété dans l'urine lors du marquage urinaire, exige une quantité importante de **méthionine** et de **cystéine**, ce qui expliquerait en partie les besoins élevés du chat en ces acides aminés (Nguyen *et al.*, 1996a). Méthionine et cystéine sont également importantes pour le chaton

en croissance et pour la synthèse des poils. La méthionine est un acide aminé limitant dans de nombreux ingrédients. Des déficiences nutritionnelles peuvent apparaître avec des rations ménagères ou des produits à base de végétaux. Les signes cliniques d'une carence sont les suivants : croissance ralentie et dermatite croûteuse au niveau du nez et de la bouche. L'ajout de méthionine peut se faire sous forme de DL- méthionine (Kirk *et al.*, 2000).

La **taurine**, un autre acide aminé soufré, est également un élément important pour 2 raisons :

- la capacité de biosynthèse est limitée car les enzymes de conversion de la méthionine et de la cystéine sont peu actives;

- elle est essentielle pour le métabolisme des sels biliaires (Markwell et Earle, 1995). Deux acides aminés peuvent se conjuguer aux sels biliaires : la taurine et la glycine. Cependant, chez le chat, la conjugaison avec la glycine est impossible. Les sels biliaires libérés dans l'intestin sont réabsorbés dans le jéjunum et l'iléon et retournent au foie. Les bactéries anaérobies présentes dans l'iléon et le côlon peuvent interrompre le cycle, en déconjuguant les sels biliaires. La taurine ainsi libérée est réabsorbée ou dégradée par les bactéries. Par conséquent, les facteurs qui augmentent la sécrétion biliaire ou qui augmentent la dégradation bactérienne de la taurine sont responsables d'une diminution de la taurine dans l'organisme (Nguyen et Dumon, 1990; Markwell et Earle, 1995; Kirk *et al.*, 2000).

Chez le chat adulte, la carence survient lorsque l'apport alimentaire en taurine est nul et que l'apport en acides aminés soufrés – méthionine et cystéine – est faible. La taurine est nécessaire pour la vision, la contractibilité cardiaque, les fonctions motrice, neurologique, reproductrice et plaquettaire, l'immunité et l'audition (Backus *et al.*, 1998). Elle est nécessaire pour le développement fœtal normal et elle peut agir comme antioxydant, osmolyte et neuromodulateur (Backus *et al.*, 1998; Kirk *et al.*, 2000). Les troubles associés à un

déficit en taurine sont les suivants : dégénérescence centrale de la rétine, cardiomyopathie dilatée, dépression de la croissance du chaton né de mère carencée, mortalité embryonnaire et fœtale, accidents thrombo-emboliques (Nguyen et Dumon, 1990). Le besoin en taurine est influencé par la source de protéines, le processus de fabrication de l'aliment, le contenu en acides aminés soufrés et la teneur en fibres alimentaires (Kirk *et al.*, 2000). De même, une quantité accrue de protéines ou l'apport de protéines de moindre qualité dans le régime augmentent les besoins en taurine (Markwell et Earle, 1995; Backus *et al.*, 1998). Le besoin en taurine du chat adulte est de 10 mg/kg PC/j. L'AAFCO (1998) recommande des apports de 1000 mg/kg pour les aliments secs et de 2000 mg/kg à 2500 mg/kg pour les aliments humides (Kirk *et al.*, 2000). Ces quantités sont nécessaires pour tenir compte de la destruction thermique induite par les processus de fabrication industriels. La carence en taurine chez l'adulte est exceptionnelle; elle n'apparaît qu'en cas de déficit alimentaire associé à un apport marginal en acides aminés soufrés.

### Lipides et acides gras essentiels

Le chat utilise les matières grasses (MG) alimentaires comme sources d'énergie et d'acides gras essentiels (AGE). Les lipides sont également nécessaires pour faciliter l'absorption des vitamines liposolubles – vitamines A, D, E, K – (Kirk *et al.*, 2000). Un besoin minimum en MG n'a pas été établi chez le chat. Des teneurs de 5 % de la MS ont été distribuées chez des chats hyperlipémiques sans induire de symptômes de carence (Kirk *et al.*, 2000). Le contenu en MG recommandé est de 9 à 30 % MS (Kirk *et al.*, 2000). Les MG augmentent l'appétence de la ration. Les fabricants en vaporisent 4 % MS en surface de la croquette pour ces raisons. Les chats préfèrent une teneur de 20 à 30 % versus 10 ou 50 % (Kantorosinski et Morrison, 1987; Kirk *et al.*, 2000). Deux types d'acides gras (AG) sont considérés comme essentiels : les oméga 3 et les oméga 6 (Figure 4).

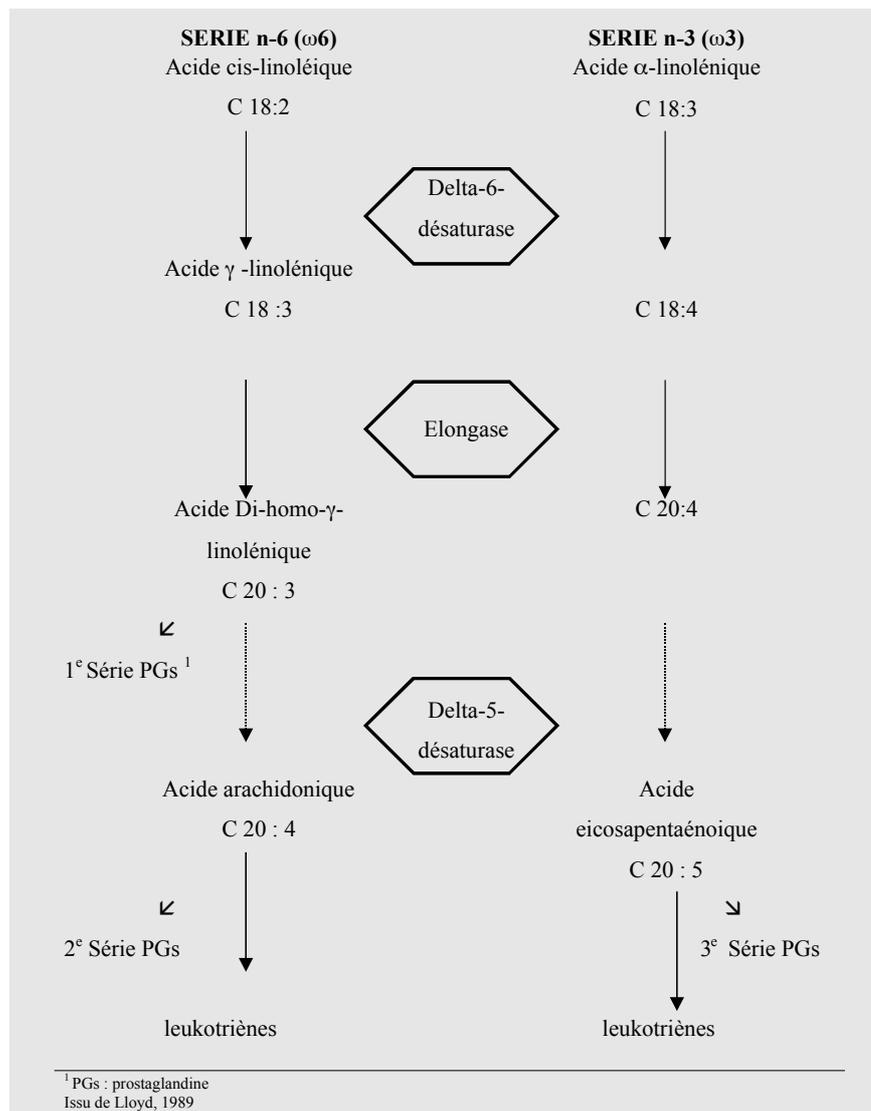


Figure 4 : Acides gras essentiels et voies métaboliques

Les AG de la série **oméga 6** sont issus de l'acide linoléique (C18:2) et ceux de la série **oméga 3** de l'acide alphalinoléique (C18:3). **L'acide linoléique** et **l'acide alpha-linolénique** sont essentiels pour la structure et le fonctionnement de la membrane cellulaire. Les fonctions importantes de la membrane sont la croissance, le transport des lipides et le maintien de la perméabilité de l'épiderme. Ils sont indispensables pour une peau et un pelage sains (Kirk *et al.*, 2000).

Parmi les oméga 6, deux composés sont particulièrement importants : **l'acide dihomogammalinoléique** (C20:3) – à l'origine des prostaglandines de type 1 principalement dotées de propriétés anti-inflammatoires – et **l'acide arachidonique** (C20:4) qui donne naissance à diverses cytokines

pro-inflammatoires et à effets immunodépresseurs : prostaglandines de type 2, thromboxanes, acides hydroxyéicosatétraoïques et leucotriènes. Ces cytokines, qui renforcent le risque de dermatoses, sont collectivement regroupées sous le terme "éicosanoïdes" (Remillard, 1998). L'acide arachidonique est un constituant des tissus animaux. Le chat, contrairement au chien, est incapable de le synthétiser en quantité suffisante à partir de l'acide linoléique (C18:2n6) (Nguyen et Dumon, 1990; Kirk *et al.*, 2000). Un déficit en acide arachidonique entraîne un manque d'agrégation plaquettaire, des lésions inflammatoires de la peau et une diminution de la fonction reproductrice chez la femelle. Les mâles, quant à eux, sont capables de convertir l'acide linoléique en acide arachidonique,

ce qui permet le maintien de la spermatogenèse (Nguyen et Dumon, 1990; Kirk *et al.*, 2000).

Les AG de la série oméga 3 sont issus de **l'acide alpha-linolénique** (C18:3). Ils sont essentiels pour le développement nerveux chez le nouveau-né. A l'origine des prostaglandines de type 3, ils modulent le système immunitaire et l'inflammation. Leur rôle dans l'augmentation des temps de saignement et la diminution de la fonction plaquettaire est controversé (Bright *et al.*, 1994; Kirk *et al.*, 2000).

Les prostaglandines de type 1 et 3 sont des agents majeurs de la protection cutanée grâce à leur action anti-inflammatoire et anti-allergique (Wolter, 1995).

Un rapport adéquat entre oméga 6 et oméga 3 est capital, sachant qu'il y a compétition métabolique entre les 2 séries qui ont recours aux mêmes enzymes. Les signes cliniques d'une carence en AGE sont les suivants : peau squameuse, hyperkératose et perte de poils. D'autres symptômes peuvent également survenir suite à une dégénérescence graisseuse du foie, des reins et des surrénales (Nguyen et Dumon, 1990; Kirk *et al.*, 2000).

La quantité recommandée **d'acide linoléique** est de 0,5 % dans l'aliment et celle d'acide arachidonique de 0,02 % et respectivement de 5 % et de 0,04 % dans l'énergie, lorsque ces deux AG sont présents (Kirk *et al.*, 2000). Selon Wolter (1995), les besoins en acide arachidonique sont de 1 % de la MS ou de 2 % de l'énergie ou de 0,2 g/kg PC. Selon plusieurs auteurs, l'apport d'acide linoléique doit être de 1 à 2 % de l'énergie et de celui d'acide arachidonique de 0,3 à 0,5 % (Nguyen et Dumon, 1990; Nguyen *et al.*, 1996a).

Les chats sont particulièrement sensibles à l'oxydation des lipides. Des cas de panstéatose féline ont été rapportés avec une alimentation riche en AG polyinsaturés associée à un taux insuffisant d'antioxydant (Kantorosinski et Morrison, 1987).

La source de lipides a aussi son importance; les graisses animales et

particulièrement celles de poulet ou de dinde sont préférées aux graisses végétales (Kantorosinski et Morrison, 1987). Les huiles de maïs, de tournesol ou de pépin de raisin représentent une source d'acide linoléique (Wolter, 1995).

Un excès de MG peut s'avérer nocif. En effet, les lipides sont 2,5 fois plus caloriques que les protéines ou les hydrates de carbone et contribuent par conséquent de façon importante à la densité énergétique de l'aliment. Lorsqu'un chat se nourrit avec un aliment très riche en MG, de manière à couvrir exactement ses besoins caloriques, un risque de malnutrition existe : carence en protéines, oligo-éléments et vitamines. Inversement, un apport en énergie trop élevé prédispose à l'obésité.

### Hydrates de carbone

Le chat est adapté à des régimes à très faible teneur en hydrates de carbone. En effet, la constante dégradation des protéines fournit les acides aminés, entre autres pour la néoglucogenèse. Celle-ci est maximale durant la phase d'absorption. Chez le chat, les acides aminés stimulent la sécrétion d'insuline. La néoglucogenèse est donc primordiale pour maintenir la glycémie alors que l'insulinémie est élevée et que l'apport en sucres par le régime est faible. Les hydrates de carbone représentent cependant une fraction significative des aliments industriels (Nguyen *et al.*, 1996a ; Kirk *et al.*, 2000). L'amidon constitue la principale source d'hydrates de carbone dans les aliments industriels. Il est présent dans les céréales telles que le blé, le maïs, l'avoine ou le riz. La digestion de l'amidon est le résultat de l'activité de l'amylase pancréatique. Lorsqu'une fraction échappe à l'hydrolyse enzymatique, l'amidon peut provoquer un appel d'eau dans l'intestin et par conséquent une diarrhée osmotique. La digestibilité apparente de l'amidon est de 88 à 95 % (Nguyen *et al.*, 1996a; Kirk *et al.*, 2000). Elle est augmentée par un broyage fin ou par le traitement à la chaleur des céréales. L'hexokinase et la glucokinase interviennent dans l'oxydation du glucose. La faible

activité de ces 2 enzymes hépatiques limite la capacité du chat à métaboliser de grandes quantités d'hydrates de carbone simples. Une teneur de 45 % MS d'extractif non azoté (ENN) semble être un maximum (Wolter, 1992).

Le lait en petite quantité est bien toléré par la plupart des chats adultes en bonne santé. Cependant, l'activité de la lactase intestinale diminue après le sevrage. Le lactose non digéré est fermenté et peut induire des diarrhées osmotiques (Kirk *et al.*, 2000).

### Fibres

Une faible quantité de fibres améliore la qualité des matières fécales et le fonctionnement du gros intestin. Un apport de moins de 5 % MS est recommandé chez le chat adulte sain. Un supplément de fibres peut diminuer la fréquence des égagropiles (Kirk *et al.*, 2000).

### Minéraux et vitamines

Le NRC (1986) suggère que les apports en minéraux et vitamines doivent être augmentés par rapport aux besoins pour contrer une éventuelle diminution de la biodisponibilité faisant suite aux manipulations technologiques ou à un contenu élevé en dérivés végétaux, sources de fibres ou de phytates. Il faut également tenir compte des interrelations entre les différents minéraux.

#### Minéraux

Les déficiences en calcium et en phosphore sont rares chez les chats nourris avec des régimes commerciaux. Les déséquilibres apparaissent lorsque les chats reçoivent exclusivement de la viande, riche en phosphore et pauvre en calcium. Les besoins minimaux du chat adulte sont de 500 à 600 mg/1000 kcal ou 0,25 % MS en **calcium** et 550 mg/1000 kcal ou 0,27 % MS en **phosphore**, pour un aliment à 4500 kcal/kg (Kirk *et al.*, 2000). L'AAFCO (1998), par mesure de précaution, double ces quantités. Les besoins d'un chat adulte sont couverts par 200 à 400 mg de calcium par jour avec un rapport calcium-phos-

phore de 0,9:1 à 1,1:1. Pour un chat adulte sain, la quantité de calcium recommandée est de 0,5 à 1,0 % MS et celle de phosphore de 0,5 à 0,8 % MS (Kirk *et al.*, 2000).

Il faut particulièrement veiller à éviter les excès de phosphore. Le **rapport calcium/phosphore** doit être compris entre 0,9 et 1,5. Un rapport proche de 1 améliore la disponibilité du phosphore. Celle-ci diminue de 41 % pour un rapport de 2.

Selon le NRC (1986), les besoins minimaux en **iode**, **cuiivre** et **fer** doivent être multipliés par 1,3 et ceux de **zinc** et de **manganèse** par 1,5 pour tenir compte de la diminution de biodisponibilité dans les aliments. L'apport en iode doit être de 0,45 mg par jour. La teneur en zinc d'un aliment doit être supérieure à 100 mg/kg MS (Kantorosinski et Morrison, 1987; Wolter, 1995).

Les besoins minimaux en **magnésium** d'un chat adulte sont de 41 mg/1000 kcal ou 0,016 % MS. Une concentration inférieure à 200 mg/1000 kcal ou 0,10 % MS en association avec des ingrédients acidifiants prévient le risque de FLUTD. Un apport minimum de 0,4 g/kg d'aliment ou 0,04 % MS est recommandé (Martin *et al.*, 1996; Nguyen *et al.*, 1996b; AAFCO, 1998; Kirk *et al.*, 2000). Toutefois, une quantité de 0,19 g pourrait suffire. L'existence d'une relation entre carence en magnésium et cardiomyopathie n'est pas confirmée (Freeman *et al.*, 1997).

Les besoins en **potassium** varient avec la concentration en protéine et l'effet sur le pH urinaire de l'aliment. Des régimes riches en protéines induisent une excrétion supérieure de sulfate, ce qui entraîne une perte plus élevée de potassium par les reins (Baker et Czarnecki-Maulden, 1991). La teneur idéale en potassium est de 0,6 à 1 % MS. Elle ne doit jamais être inférieure à 0,5 % MS (Nguyen *et al.*, 1996b; Schaer, 1998; Kirk *et al.*, 2000). L'hypokaliémie est définie par une concentration plasmatique de potassium inférieure à 3,5 mmol/L. Les conséquences liées à une hypokaliémie sont multiples. On peut citer une intolérance au glucose, un iléus paralytique et une atonie gastrique,

une incapacité à concentrer les urines, les pathologies rénales et cardiaques. Le syndrome de polymyopathie hypokaliémique est également décrit (Dow *et al.*, 1987; Schaer, 1998). Les causes les plus fréquemment citées chez le chat sont la déficience alimentaire, l'hypokaliémie de dilution suite à une fluidothérapie déficiente en potassium, l'alcalose métabolique, une perte excessive par le tractus digestif ou surtout les reins (Schaer, 1998).

Dans les années 80, des carences alimentaires ont été décrites chez les animaux recevant des aliments contenant  $0,34 \pm 0,06$  % de potassium dans la MS, combinés avec des acidifiants urinaires. En effet, les acidifiants diminuent la biodisponibilité du potassium (Schaer, 1998).

Selon Kirk et collaborateurs (2000), les besoins minimaux en **sodium** sont de l'ordre de 9,2 mg/kg PC/j ou environ 0,08 % MS. Des études à court terme ont montré que le chat tolérait de grandes variations dans les apports en sodium : de 0,04 à 2,0 % MS. Des régimes contenant 4 % ou plus de NaCl dans la MS augmente la prise d'eau et l'excrétion urinaire. Le sodium augmente également l'excrétion urinaire de calcium (Kirk *et al.*, 2000). Des apports de 0,2 à 0,5 % MS sont conseillés. Un excès de sodium doit être évité en raison de son rôle dans l'hypertension. L'hypertension chez le chat est observée en cas d'IRC, d'hyperthyroïdisme, de maladie cardiaque et peut-être en cas d'obésité (Kirk *et al.*, 2000).

La concentration en **chlore** recommandée par le NRC est de 0,19 % MS, ce qui pourrait être suffisant, mais un apport à 0,3 % MS est préférable pour éviter les carences.

### Vitamines

Le chat nécessite de grandes quantités de **vitamines du groupe B** dans son alimentation. Ce groupe est représenté par les vitamines suivantes : B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B3 (niacine), B5 (acide pantothénique) et B6 (pyridoxine). Ses besoins en **pyridoxine** (B6), par exemple, sont quatre fois supérieurs à ceux du

chien. La pyridoxine fournit le groupement prosthétique des transaminases, très actives chez le chat (Kantorosinski et Morrison, 1987; Kirk *et al.*, 2000).

Lors de la fabrication d'aliments pour chat, une attention particulière doit être portée à la **thiamine (B1)** car celle-ci est facilement détruite par les manipulations industrielles. Les symptômes d'une déficience en thiamine chez le chat sont les suivants : ataxie, tremblements d'origine cérébelleuse, perte de la capacité à se situer dans l'espace, épilepsie (Kantorosinski et Morrison, 1987).

En général, les besoins en **niacine (B3)** sont couverts par ingestion de nicotinamide et d'acide nicotinique et par synthèse endogène à partir du tryptophane. Le tryptophane intervient dans 2 voies métaboliques différentes, l'une à l'origine de la niacine et l'autre à l'origine du glutarate. Chez le chat, la voie du glutarate est beaucoup plus active (Nguyen et Dumon, 1990). C'est pourquoi ses besoins sont 4 fois plus élevés que ceux du chien par exemple (Kirk *et al.*, 2000). Ils sont normalement couverts par les protéines animales (Nguyen et Dumon, 1990).

La **biotine** (vitamine H) doit être fournie à raison de 0,1mg/kg MS.

L'AAFCO recommande un apport minimum en **vitamine A** de 5720 UI/kg MS. En effet, les chats sont incapables de transformer le bêta-carotène (Kantorosinski et Morrison, 1987). Le chat peut cependant absorber une quantité significative de bêta-carotène alimentaire. Des effets positifs sont alors observés au niveau des systèmes immunitaire et reproducteur. Le bêta-carotène joue le rôle d'anti-oxydant. De plus, il pourrait exercer un effet régulateur endocrinien (Chew *et al.*, 2000). Le foie constitue une bonne source de vitamine A. Celle-ci peut toutefois s'avérer toxique. Distribuée en quantité excessive, elle entraîne des déminéralisations du squelette : spondylose hypertrophique des vertèbres cervicales et exostoses. En tant que vitamine liposoluble, elle ne peut être excrétée et est par conséquent stockée, principalement dans le foie et les reins

(Kantorosinski et Morrison, 1987; Nguyen et Dumon, 1990; Wills, 1992). Le pourcentage de perte dans un aliment de type sec serait de 20 à 35 % (Heanes, 1990).

La **vitamine E**, également liposoluble, protège les lipides de la peroxydation (Kantorosinski et Morrison, 1987). Des régimes riches en AG polyinsaturés peuvent multiplier par 3 ou 4 les besoins en vitamine E. Les sources d'AG polyinsaturés sont, par exemple, les suppléments alimentaires à base de poisson – thon rouge – et les huiles de poisson (Kantorosinski et Morrison, 1987). Wolter (1995) recommande un apport d'au moins 30 mg/kg de MS plus 0,6 à 0,8 mg/g d'AG polyinsaturés.

Les chats ont également besoin d'une source alimentaire de **vitamine D** car ils ne disposent pas de suffisamment de 7-déhydrocholestérol au niveau de la peau pour la synthèse de cette vitamine. Cependant, les carences sont rares car la vitamine D est stockée en quantité importante dans le foie et la production cutanée est relativement faible. De plus, des voies alternatives de synthèse de 7-déhydrocholestérol existent (Kirk *et al.*, 2000).

### **pH urinaire**

Le pH urinaire de chats se nourrissant de rats et de souris est de 6,2 à 6,4; ces valeurs servent de référence pour le chat adulte sain (Kirk *et al.*, 2000).

### **INGREDIENTS**

Les ingrédients utilisés dans les aliments industriels sont présentés dans le tableau V. Le chat est un carnivore strict, ce qui signifie que son régime doit comporter une proportion élevée – au moins 19 % chez le chaton – de denrées d'origine animales, source de protéines, d'acides aminés, d'acides gras et de micronutriments dont l'apport exogène est impératif (Nguyen et Dumon, 1990). Les principales sources de protéines et d'acides aminés sont la viande, le poisson et leurs co-produits sous forme ou non de farines, ainsi que la poudre d'œuf. La viande de volaille – poulet ou dinde et co-produits, farine – est systématiquement utilisée. Les autres sources fréquemment incorpo-

rées sont le capelan et sous-produits, les farines de poisson, le bœuf, le foie de bœuf et de volaille, la poudre d'œuf ou plus rarement le lait. L'agneau, le lapin ou le thon peuvent également être ajoutés en fonction de l'arôme souhaité. Enfin, certains fabricants utilisent des protéines végétales, comme le soja ou le gluten de maïs. Pour obtenir un profil en acides aminés parfaitement adapté aux besoins du chat, de la taurine et de la lysine sont incorporées. Le choix des ingrédients est important en raison de l'influence de ces derniers sur le pH urinaire. Les protéines animales et le gluten de maïs favorisent une urine acide. La DL-méthionine est également utilisée dans ce but. Les apports en acides gras sont assurés par les graisses animales – volaille par exemple ou plus rarement saindoux bien que cette source soit fortement appréciée par le chat – et végétales telles que l'huile de bourrache ou de soja. Les huiles de poisson sont également utilisées. Pour des raisons économiques et technologiques, un aliment industriel contient une fraction significative d'hydrates de carbone : maïs et riz, le plus souvent, sont incorporés. La principale source de fibres est la betterave, principalement sous forme de pulpes. Les fibres de maïs, les écales de soja, la cellulose en poudre, les fructo-oligosaccharides et les coques d'arachides sont également utilisés. Enfin, pour assurer un apport adéquat en vitamines, minéraux et oligoéléments, la levure de bière et des complexes minéro-vitaminés sont ajoutés.

### **FACTEURS D'APPETENCE**

Les chats sont très sensibles à la forme physique, à l'odeur, au goût et à la texture des aliments. Ils apprécient les produits d'origine animale comme les MG, les hydrolysats protéiques, les extraits de viande et certains acides aminés abondants dans les muscles (alanine, proline, lysine, histidine). L'huile de noix de coco hydrogénée est rejetée à l'inverse des graisses de bœuf, de poulet ou de dinde (Kantorosinski et Morrison, 1987). Le saindoux est préféré au beurre ou à la graisse de volaille

(Levesque, 1997). Les goûts sucrés et les saveurs des produits végétaux, acide glutamique et AG à chaîne moyenne par exemple, ne sont pas recherchés. Les facteurs d'appétence ajoutés dans les aliments industriels (tableau V) sont les suivants : hydrolysats de volaille à base de poulet ou de dinde, sucre et sel. Les chats apprécient également une certaine acidité de l'aliment.

La "mémoire" gustative de l'animal est aussi très importante. Il n'est pas toujours aisé de modifier l'alimentation à long terme. Par contre, à court terme, le chat présente parfois un comportement néophilique.

Le chat préfère consommer un aliment à température corporelle (38,5°), ce qui augmente la saveur; il n'apprécie pas les températures extrêmes (Nguyen *et al.*, 1996a; Kirk *et al.*, 2000).

Le chat est également influencé par le moment et l'environnement qui entoure la prise alimentaire : heure, emplacement, bruit et intensité lumineuse.

### **FRIANDISES**

Les chats reçoivent deux types de compléments : les déchets de tables et les produits commerciaux. La distribution de ces suppléments augmente les interactions sociales avec l'animal mais un excès peut induire un déséquilibre alimentaire en raison des teneurs en énergie souvent élevées et de leur formulation non adaptée aux besoins de l'animal. Un maximum de 10 % des ingestions journalières sous forme de friandise est toléré (Kirk *et al.*, 2000).

### **ALIMENTS TOXIQUES**

L'intoxication la plus connue chez le chat est celle à la vitamine A, déjà citée précédemment. Des cas d'empoisonnement à l'oignon ont également été décrits : il y a alors augmentation du nombre de corps de Heintz dans les globules rouges et éventuellement anémie hémolytique et hémoglobinurie (Wills, 1992). L'acide benzoïque, un conservateur alimentaire, est également nocif pour le chat qui ne peut le détoxifier rapidement. Le propylène glycol, un autre conser-

Tableau V : Liste des ingrédients utilisés dans les aliments industriels pour le chat à l'entretien

Hill's FM			
Poulet (poulet > 46%;poulet et dinde > 62%)	Thon (> 11%)	Agneau (> 8%)	Lapin (> 7%)
<b>farine de poulet, dinde</b> <sup>1</sup> <i>maïs moulu</i> <sup>2</sup> riz GRAISSES ANIMALES <sup>3</sup> <b>farine de gluten de maïs</b> <b>chlorure de choline</b> <b>taurine</b> minéraux ; vitamines <sup>4</sup>	<b>farine de poulet, dinde</b> <i>maïs moulu</i> riz GRAISSES ANIMALES <b>farine de gluten de maïs</b> <b>farine de thon</b> <b>chlorure de choline</b> <b>taurine</b> minéraux ; vitamines	<b>farine de poulet, dinde</b> <i>maïs moulu</i> <b>farine de gluten de maïs</b> riz GRAISSES ANIMALES HUILE VEGETALE <b>farine d'agneau</b> hydrolysats de poulet et dinde <b>chlorure de choline</b> sel <b>taurine</b> minéraux ; vitamines	<b>farine de poulet, dinde</b> riz <i>maïs moulu</i> GRAISSES ANIMALES <b>farine de gluten de maïs</b> <b>farine de lapin</b> hydrolysats de poulet et dinde sel <b>taurine</b> minéraux ; vitamines
IAMS P	IAMS A	Eukanuba formula for adult cat	
		Poulet-foie	Agneau-foie
<b>viande et sous-produits de poulet(&gt; 26%)</b> <i>farine de riz</i> <i>maïs</i> GRAISSES DE POULET <i>pulpes de betterave</i> <sup>5</sup> <b>œufs en poudre</b> hydrolysats de poulet <b>capelan et sous-produits de capelan</b> levure de bière minéraux ; vitamines	<b>viande d'agneau</b> <i>farine de riz</i> <b>viande et sous-produits de poulet</b> <i>maïs</i> GRAISSES ANIMALES <b>capelan et sous-produits de capelan</b> <b>œufs en poudre</b> <i>pulpes de betterave</i> hydrolysats de poulet levure de bière minéraux ; vitamines	<b>poulet et sous-produits (&gt; 40%)</b> <i>farine de riz</i> <b>Farine de poulet</b> <b>capelan et sous-produits de capelan</b> <i>farine de maïs</i> GRAISSE DE POULET <i>pulpes de betterave</i> <b>œufs en poudre</b> hydrolysats de volaille levure de bière minéraux ; vitamines	<b>agneau et sous-produits (&gt; 12%)</b> <i>farine de riz</i> <b>foie de bœuf (&gt; 12%)</b> <b>silure et sous-produits</b> <b>poulet et sous-produits</b> <b>capelan et sous-produits de capelan</b> <i>farine de maïs</i> GRAISSES ANIMALES <i>pulpes de betterave</i> <b>œufs en poudre</b> hydrolysats de volaille levure de bière minéraux ; vitamines
RC Fit 32	RC S 33	RC H&S	RC SYA
<b>viande et sous-produit de poulet et dinde</b> riz <i>farine de maïs</i> <b>creton</b> <i>maïs</i> GRAISSE DE VOLAILLE GRAISSE DE BŒUF <b>foies de volaille</b> <b>farine de poissons scandinaves</b> <i>pulpes de betterave</i> levure de bière <b>fibres de maïs</b> HUILE DE VEGETALE HUILE DE POISSON <b>poudre d'œufs</b> <b>DL-méthionine</b> sels minéraux, oligo-éléments, vitamines <b>Taurine</b>	<b>creton</b> riz <i>maïs</i> <b>viande et sous-produit de poulet et dinde</b> GRAISSE DE VOLAILLE GRAISSE DE BŒUF <b>poudre d'œufs</b> <b>foies de volaille</b> <b>farine de poissons scandinaves</b> levure de bière <i>pulpes de betterave</i> <b>fibres de maïs</b> EOS HUILE VEGETALE HUILE DE POISSON <b>DL-méthionine</b> Sels minéraux, oligoéléments, vitamines <b>taurine</b>	<b>Viandes de volaille déshydratées</b> <i>maïs</i> GRAISSE DE VOLAILLE riz <b>fibres de pois</b> <i>farine de maïs</i> SAINDOUX <b>Foies de volaille déshydratés</b> <b>poissons déshydratés</b> <b>fibres de maïs</b> <i>pulpes de betterave</i> levure de bière HUILE DE POISSON HUILE VEGETALE (dont BOURRACHE) Sels minéraux, oligoéléments, vitamines <b>DL-méthionine</b> <b>taurine</b>	<b>viande de volaille deshydratée</b> riz <i>maïs</i> <b>gluten de maïs</b> <i>farine de maïs</i> <b>fibres de maïs</b> GRAISSE DE VOLAILLE <b>foies de volaille déshydratés</b> <i>pulpes de betterave</i> HUILE DE SOJA <b>farine de poissons</b> <b>poudre d'œufs</b> minéraux ; vitamines ; oligo-éléments
RC SMA	Bayer FXD		
<b>viande de volaille deshydratée</b> riz <i>maïs</i> <b>gluten de maïs</b> <i>farine de maïs</i> <b>fibres de maïs</b> GRAISSE DE VOLAILLE <b>foies de volaille déshydratés</b> <i>pulpes de betterave</i> HUILE DE SOJA <b>farine de poissons</b> <b>poudre d'œufs</b> HUILE DE BOURRACHE minéraux ; vitamines ; oligo-éléments	<i>céréales</i> <b>protéines végétales</b> <b>poissons et déchets de poissons</b> HUILES ET GRAISSES <b>lait et sous-produits</b> minéraux ; vitamines		

<sup>1</sup>fait référence à une source de protéines, <sup>2</sup>d'hydrates de carbone, <sup>3</sup>de LIPIDES, <sup>4</sup>de minéraux et vitamines, <sup>5</sup>de fibres

vateur utilisé dans certains aliments semi-humides, diminue le temps de survie des érythrocytes (Wills, 1992).

### Les aliments industriels pour le chat à l'entretien

Les aliments industriels pour le chat à

l'entretien sont présentés dans les tableaux VI et VII. Les teneurs en protéines sont optimales pour tous les aliments. Elles s'étendent de 32,4 à 35,9 % MS et même à 37 % MS dans les aliments pour chats stérilisés. Les apports en taurine sont respectés, à l'exception d'un aliment.

La teneur en lipides n'est pas toujours optimale pour assurer une bonne appétence de la ration. Celle-ci est maximale à 20-30 % MS. On peut ainsi distinguer 3 types d'aliments en fonction de la teneur en lipides exprimée dans la MS : les produits à plus de 20 %, de 14 à 20 % ou à moins de

Tableau VI : Aliments industriels pour le chat adulte à l'entretien : analyse dans la matière sèche

Adulte	Hill's FM MS	IAMS P MS	IAMS A MS	RC Fit 32 MS	RC S 33 MS	RC H&S MS	RC SYA MS	RC SMA MS	Bayer FXD MS	Proplan MS	Advance MS	AAFCO MS
Protéines %	33,8	35,3	35,7	34,8	35,9	35,9	37,0	37,0	37,0	35,7	35,2	25
Lipides %	23,0	23,4	24,3	14,1	23,9	23,9	10,9	10,9	11,5	17,6	23,1	9
ENA %	36,2	nc	nc	37,0	27,0	21,2	33,2	33,7	44,5	nc	31,9	
Cellulose %	1.1-1.3	2,0	1,8	2,2	2,2	4,9	3,8	3,8	6,6	1,6	2,2	
Cendres %	nc	6,4	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	6,5	5,3	6,4	8,8	
Humidité %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Densité kcal/kg	4389	4375	4397	4185	4946	4717	3804	3804	4097	4775	4308	
Ca %	0.85-0.90	1,09	1,09	1,14	1,09	1,09	1,09	1,09	0,73	1,10	0,82	0,59
P %	0.74-0.76	1,01	1,00	1,09	1,03	1,09	1,09	0,90	0,60	0,99	0,82	0,5
Ca/P	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0	
K %	0,67	nc	nc	0,65	0,65	0,43	0,65	0,65	0,62	0,88	nc	0,6
Na %	0.23-0.32	nc	nc	0,43	0,43	0,43	0,40	0,40	0,34	0,36	1,10	0,05
Cl %	nc	nc	nc	0,71	0,71	0,65	0,65	0,65	1,10	1,10	nc	0,08
Mg %	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05	0,08	0,09	0,03
Fe mg/kg	nc	nc	nc	207	207	217	196	196	154	275	nc	80
Cu mg/kg	nc	33	33	33	33	40	38	38	6	19	nc	5
Mn mg/kg	nc	nc	nc	65	71	76	76	76	13	52	nc	7
Zn mg/kg	nc	nc	nc	223	228	250	228	228	103	187	nc	50 (2000) <sup>y</sup>
Co mg/kg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	
I mg/kg	nc	nc	nc	2,72	3,26	3,26	2,70	2,70	0,55	1,65	nc	0,3
Se mg/kg	nc	nc	nc	0,22	0,27	0,27	0,20	0,20	0,18	nc	nc	0,1
Vit. A UI/kg	17297	8804	13043	21739	21739	32609	17391	27176	10286	23077	13187	3330 (750000) <sup>y</sup>
D3 UI/kg	1016	1359	1038	1304	1304	1304	1304	1630	1033	1978	1319	250 (10000) <sup>y</sup>
E mg/kg	108	76	71	163	163	217	130	435	308	126	549	60
C mg/kg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	33	13	nc	nc	
B1 mg/kg	nc	nc	nc	16	22	27	16	22	21	nc	nc	5
B2 mg/kg	nc	nc	nc	27	38	38	33	44	10	nc	nc	4
B3 mg/kg	nc	nc	nc	142	166	166	142	166	nc	nc	nc	40
B5 mg/kg	nc	nc	nc	43	61	72	44	61	12	nc	nc	5
B6 mg/kg	nc	nc	nc	15	16	16	15	16	10	nc	nc	4
B12 mg/kg	nc	nc	nc	0,20	0,22	0,22	0,20	0,20	0,05	nc	nc	0,02
Ac. Folique mg/kg	nc	nc	nc	2,6	3,3	13,5	2,6	3,5	2,0	nc	nc	0,8
Vit. H mg/kg	nc	nc	nc	1,1	1,4	3,3	0,9	1,1	1,2	nc	nc	0,07
K3 mg/kg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,10	0,10	0,13	nc	nc	0,1
Choline mg/kg	nc	nc	nc	3261	3261	3261	3261	3260	2571	nc	nc	2390
Taurine %	0,05	nc	nc	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,12	0,16	0,22	0,1
ac. linoléique %	nc	nc	nc	2,9	4,1	4,3	2,8	2,8	nc	2,6	nc	0,5
ac. arachi. %	nc	nc	nc	0,05	0,10	0,10	0,04	0,04	nc	nc	nc	0,02
Oméga 6 %	nc	nc	nc	nc	nc	nc	2,9	2,9	nc	nc	nc	
Oméga 3 %	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,30	0,30	nc	nc	nc	
Digestibilité %	nc	nc	nc	85	88	81	88	88	88	92	nc	
pH	6.2-6.4	nc	nc	6-6.5	6-6.5	6-6.5	6.0-6.4	6.4-6.8	nc	< 6.4	nc	

<sup>y</sup>valeur maximale

Tableau VII : Aliments industriels pour le chat adulte à l'entretien : analyse dans l'énergie métabolisable (par 1000 kcal)

Adulte	Hill's FM EM	IAMS P EM	IAMS A EM	RC Fit 32 EM	RC S 33 EM	RC H&S EM	RC SYA EM	RC SMA EM	Bayer FXD EM	Proplan EM	Advance EM	AAFCO EM
Protéines g	77,1	80,7	81,1	83,1	72,5	76,0	97,1	97,1	79,1	74,8	81,6	63
Lipides g	52,5	53,4	55,4	33,8	48,4	50,7	28,6	28,6	28,2	36,8	53,6	23
ENA g	82,5	nc	nc	88,3	54,5	44,9	87,1	88,6	108,6	nc	74,0	
Cellulose g	2,5	4,5	4,2	5,2	4,4	10,4	10,0	10,0	16,1	3,5	5,1	
Cendres g	nc	14,7	16,3	16,9	14,3	15,0	18,6	17,1	12,9	13,3	20,4	
Humidité g	18,5	19,9	19,8	20,8	17,6	18,4	22,9	22,9	24,1	20,7	23,0	
Densité kcal/kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Ca g	1.95-2.04	2,48	2,47	2,73	2,20	2,30	2,90	2,90	1,77	2,30	1,91	1,4
P g	1.67-1.72	2,31	2,27	2,60	2,09	2,30	2,90	2,30	1,48	2,07	1,91	1,3
Ca/P	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,1	1,0	
K g	1,53	nc	nc	1,56	1,32	0,92	1,70	1,70	1,50	1,84	nc	1,5
Na g	0.52-0.74	nc	nc	1,04	0,88	0,92	1,10	1,10	0,83	0,76	2,55	0,13
Cl g	nc	nc	nc	1,69	1,43	1,38	1,90	1,70	2,68	2,30	nc	0,21
Mg g	0,17	0,24	0,22	0,21	0,18	0,18	0,20	0,20	0,13	0,17	0,20	0,08
Fe mg	nc	nc	nc	49	42	46	51	51	38	58	nc	20
Cu mg	nc	7,5	7,4	7,8	6,6	8,5	10,0	10,0	1,5	3,91	nc	1,3
Mn mg	nc	nc	nc	15,6	14,3	16,1	20,0	20,0	3,2	10,8	nc	1,9
Zn mg	nc	nc	nc	53	46	53	60	60	25	39	nc	12,5 (502) <sup>y</sup>
Co mg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	
I mg	nc	nc	nc	0,65	0,66	0,69	0,70	0,70	0,13	0,35	nc	0,08
Se mg	nc	nc	nc	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	nc	nc	25,1
Vit. A UI	3941	2012	2967	5195	4396	6912	4571	7143	2511	4833	3061	832 (187501) <sup>y</sup>
D3 UI	232	311	236	312	264	276	343	429	252	414	306	63 (2502) <sup>y</sup>
E mg	25	17	16	39	33	46	34	114	75	26	128	15
C mg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	8,6	3,2	nc	nc	nc
B1 mg	nc	nc	nc	3,9	4,4	5,8	4,3	5,7	5,1	nc	nc	1,2
B2 mg	nc	nc	nc	6,5	7,7	8,1	8,6	11,4	2,4	nc	nc	1
B3 mg	nc	nc	nc	34,0	33,6	35,3	37,4	43,7	nc	nc	nc	10
B5 mg	nc	nc	nc	10,4	12,3	15,2	11,4	16,0	3,0	nc	nc	1,2
B6 mg	nc	nc	nc	3,6	3,3	3,5	4,0	4,3	2,4	nc	nc	1
B12 mg	nc	nc	nc	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,01	nc	nc	0,005
Ac. Folique mg	nc	nc	nc	0,62	0,66	2,86	0,70	0,90	0,48	nc	nc	0,2
Vit. H mg	nc	nc	nc	0,26	0,29	0,69	0,20	0,30	0,30	nc	nc	0,0175
K3 mg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,03	0,03	nc	nc	0,0251
Choline mg	nc	nc	nc	779	659	691	857	857	628	nc	nc	598
Taurine g	0,12	nc	nc	0,39	0,35	0,35	0,40	0,40	0,29	0,35	0,51	0,251
ac. linoléique g	nc	nc	nc	7,01	8,35	9,22	7,40	7,40	nc	5,52	nc	1,3
ac. Arachi. g	nc	nc	nc	0,13	0,20	0,21	0,10	0,10	nc	nc	nc	0,05
oméga 6 g	nc	nc	nc	nc	nc	nc	7,7	7,7	nc	nc	nc	
oméga 3 g	nc	nc	nc	nc	nc	nc	0,7	0,9	nc	nc	nc	
Digestibilité %	nc	nc	nc	85	88	81	88	88	88	92	nc	

<sup>y</sup>valeur maximale

12 %. Les aliments à faible teneur lipidique présentent une densité calorifique moindre : certains fabricants ont mis au point ces produits afin de contrer la tendance à l'embonpoint dont souffrent de nombreux animaux de compagnie. En effet, le manque d'exercice et la stérilisation entraînent une diminution des besoins énergétiques. Les besoins en AGE (acides arachidonique et linoléique) sont couverts.

Les apports en calcium et en phosphore sont parfois un peu élevés mais les rapports phospho-calciques sont toujours corrects. Une densité énergétique supérieure à 4000 kcal pourrait justifier une teneur plus importante en minéraux, ce qui n'est pas le cas ici.

Les apports potassiques sont souvent faibles (inférieurs ou égaux à 0,6 % de la MS). Manifestement, un fabricant a recours au sel comme facteur d'appétence vu le taux élevé de sodium incorporé. En cas de transition brutale d'un aliment humide vers un aliment sec, le chat ne compense pas l'augmentation de MS par une consommation accrue d'eau. Les aliments secs à plus haute teneur sodique sont alors conseillés. En effet, un apport plus élevé de chlorure de sodium peut accroître la prise hydrique (Nguyen et al., 1996a).

Dans un des produits, l'apport en zinc est proche des normes minimales conseillées. Les apports en iode, cuivre et fer sont au minimum 1,8 fois supérieurs aux normes AAFCO (1998) à l'exception d'un cas pour le cuivre qui est à peine supérieur à ces normes. Les apports en vitamines du groupe B sont au minimum 2,4 fois supérieurs aux normes AAFCO. L'apport en vitamine H est correct. Les taux de vitamine K3 et de taurine sont très proches des recommandations de l'AAFCO.

En conclusion, les aliments de type " premium " présentés dans les tableaux correspondent assez bien aux besoins précédemment définis tout en présentant des différences sensibles de composition nutritionnelle.

### SUMMARY

This paper is the first of a review in 2 parts dealing with the cat nutrition at different stages of the cycle of life and premium commercial products. The paper presents the energy and nutrients requirements of adult cat at maintenance, the ingredients commonly used in petfood and the flavouring agents. Finally, the study of the composition of varied

commercial cat foods allows a comparison between the products and the requirements defined by nutritionists.

### Addendum : Liste des aliments présentés dans les tableaux V, VI et VII

<b>Adulte</b>	
Hill's FM	Hill's Science Plan Feline Maintenance
Iams P	Iams Cat Food riche en poulet
Iams A	Iams Cat Food riche en agneau
RC Fit 32	Royal Canin Feline Nutrition Fit 32
RC S 33	Royal Canin Feline Nutrition Sensible 33
RC H&S	Royal Canin Feline Nutrition Hair and Skin 33
RC SYA	Royal Canin Veterinary Cat Sterilized/ Castrated Cat Young Adult
RC SMA	Royal Canin Veterinary Cat Sterilized/ Castrated Cat Mature Adult
Bayer FXD	Bayer Specific FXD
Proplan	Purina Proplan Cat Adult Formula
Advance	Whiskas Advance Adult

## BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. Pet Food regulations. *AAFCO official publication*, 1998.
- BACKUS R.C., MORRIS J.G., KIM S.W., O'DONNELL J.A., HICKMAN M.A., KIRK C.A., COOKE J.A., ROGERS Q.R. Dietary taurine needs of cats vary with dietary protein quality and concentration. *Vet. Clin. Nutr.*, 1998, **5**, 18-22.
- BAKER D.H., CZARNECKI-MAULDEN G.L. Comparative nutrition of cats and dogs. *Annu. Rev. Nutr.*, 1991, **11**, 239-263.
- BRADSHAW J.W.S., GOODWIN D., LEGRAND-DEFRETIN V., NOTT H.M.R. Food selection by the domestic cat, an obligate carnivore. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1996, **114A**, 205-209.
- BRIGHT J.M., SULLIVAN P.S., MELTON S.L., SCHNEIDER J.F., McDONALD T.P. The effects of n-3 fatty acid supplementation on bleeding time, plasma fatty acid composition, and in vitro platelet aggregation in cats. *J. Vet. Int. Med.*, 1994, **8**, 247-252.
- CHEW B.P., WENG B.C., KIM H.W., WONG T.S., PARK J.S., LEPINE A.J. Role of dietary beta-carotene on reproduction in the canine and feline : uptake and steroidogenesis. In: Reinhart G.A., Carey D.P. (Eds), Recent advances in canine and feline nutrition , volume III, Iams Nutrition Symposium Proceedings. Orange Frazer Press, Ohio, 2000, 255-265.
- COLIN V. Pourquoi la folie des bêtes ? *Le Vif l'Express*, 2000, **50**, 40-44.
- DOW S.W., LECOULTEUR R.A., FETTMAN M.J., SPURGEON T.L. Potassium depletion in cats: Hypokalemic polymyopathy. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1987, **191**, 1563-1575.
- EARLE K. E. Calculation of energy requirements of dogs, cats and small psittacine birds. *J. Small Anim. Pract.*, 1993, **34**, 163-173.
- FINKE M.D., LUTSCHAUNIG M.T. Energy requirements of adult abyssinian cats. *Vet. Clin. Nutr.*, 1995, **2**, 64-67.
- FLYNN M.F., HARDIE E.M., ARMSTRONG P.J. Effect of ovariohysterectomy on maintenance energy requirement in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1996, **209**, 1572-1581.
- FREEMAN L.M., BROWN D.J., SMITH F.W.K., RUSH J.E. Magnesium status and the effect of magnesium supplementation in feline hypertrophic cardiomyopathy. *Can. J. Vet. Res.*, 1997, **61**, 227-231.
- HEANES D.L. Vitamin A concentrations in commercial foods for dogs and cats. *Aust. Vet. J.*, 1990, **67**, 291-294.
- JEUSETTE I., CREMER V., TONGLET C., ISTASSE L., DIEZ M. Les affections du système urinaire du chat : Insuffisance rénale chronique : aspects diététiques. *Ann. Méd. Vét.*, 2000a, **144**, 137-148.
- JEUSETTE I., CREMER V., TONGLET C., ISTASSE L., DIEZ M. Les affections du système urinaire du chat : Maladies du tractus urinaire inférieur : aspects diététiques. *Ann. Méd. Vét.*, 2000b, **144**, 191-204.
- KANTOROSINSKI S., MORRISON W.B. A review of feline nutrition. *Vet. Student*, 1987, **50**, 95-106.
- KIRK C.A., DEBRAEKELEER J., ARMSTRONG P.J. Normal cats. In: Hand M.S., Thatcher C.D., Remillard R.L., Roudebush P., Small Animal Clinical Nutrition, 4th Ed. Mark Morris Institute : Topeka, 2000, 292-347.
- LEVESQUE A. La gustation chez le chien et le chat. *Point Vét.*, 1997, **28**, 1739-1747.
- LLOYD D.H. Essential fatty acids and skin disease. *J. Small Anim. Pract.*, 1989, **30**, 207-212.
- LOWE B., MARKWELL P.J. Differences between cats and dogs: a nutritional view. *Anim. Tech.*, 1995, **46**, 29-35.
- MARKWELL P.J., EARLE K.E. Taurine : an essential nutrient for the cat. A brief review of the biochemistry of its requirement and the clinical consequences of deficiency. *Nutr. Res.*, 1995, **15**, 53-58.
- MARTIN L., LOUKIL L., DUMON H., NGUYEN P. Recommandations nutritionnelles dans le traitement des principales affections du chat. *Point Vét.*, 1996, **28**, 327-337.
- NGUYEN P., DUMON H., MALEK A. L'alimentation du chat. 1. Bases physiologiques et besoins alimentaires. *Rev. Méd. Vét.*, 1990, **141**, 247-259.
- NGUYEN P., DUMON H. Les particularités diététiques du chat. *Recl. Méd. Vét. Spécial Chat*, 1990, **166**, 561-572.
- NGUYEN P., MARTIN L., LOUKIL L., DUMON H. Alimentation du chat : comportement et particularités physiologiques. *Point Vét.*, 1996a, **28**, 13-18.
- NGUYEN P., MARTIN L., LOUKIL L., DUMON H. Alimentation du chat. 2. Aliments industriels et rations ménagères. *Point Vét.*, 1996b, **28**, 49-58.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of cats. Revised Edition, 1986. National Academy Press, Washington, D.C.
- REMILLARD R.L. Omega 3 fatty acids in canine and feline diets : a clinical success or failure ? *Vet. Clin. Nutr.*, 1998, **5**, 6-11.
- SCARLETT J.M., DONOGHUE S., SAIDL A.J., WILLS J. Overweight cats: prevalence and risk factors. *Int. J. Obesity*, 1994, **18**, 22-28.
- SCHAER M. Hypokalemia in the cat. *Feline Pract.*, 1998, **26**, 6-8.
- WILLS J.M. Diagnosing and managing food sensitivity in cats. *Vet. Med.*, 1992, **87**, 884-892.
- WOLTER R. Alimentation et troubles digestifs chez les carnivores. *Point Vét.*, 1992, **24**, 61-72.
- WOLTER R. Dermatose et alimentation chez les carnivores. *Recl. Méd. Vét.*, 1995, **171**, 17-27.